

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. Januar 2004 (29.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/010511 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 41/047**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007893

(22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Juli 2003 (18.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 33 057.3 19. Juli 2002 (19.07.2002) DE  
103 27 902.4 20. Juni 2003 (20.06.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): CERAMTEC AG [DE/DE]; Innovative Ceramic En-  
gineering, Fabrikstrasse 23-29, 73207 Plochingen (DE).

(72) Erfinder; und

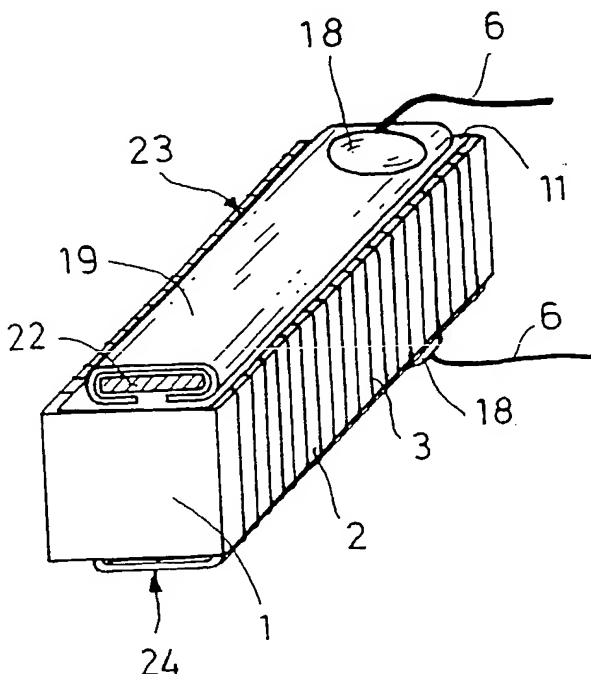
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BINDIG, Reiner  
[DE/DE]; Rosenstrasse 20, 95463 Bindlach (DE).  
SCHREINER, Hans-Jürgen [DE/DE]; Angerstrasse  
13, 91233 Neunkirchen am Sand-Rollhofen (DE).  
SCHMIEDER, Jürgen [DE/DE]; Nyköpinger Strasse 8,  
91207 Lauf (DE).

(74) Anwalt: SCHERZBERG, Andreas; Dynamit Nobel Ak-  
tiengesellschaft, - Patente, Marken & Lizenzen -, Kaiser-  
strasse 1, 53840 Troisdorf (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EXTERNAL ELECTRODE ON A PIEZOCERAMIC MULTI-LAYER ACTUATOR

(54) Bezeichnung: AUSSENELEKTRODE AN EINEM PIEZOKERAMISCHEN VIELSCHICHTAKTOR



(57) Abstract: In external electrodes on piezoceramic multi-layer actuators, high tensile stresses act during operation on the insulating region below the base metallic coating. Problems are caused by the linking of the electrode with a conductive connection, via which the electric voltage is to be supplied. The soldering or welding process reinforces the external electrode, which thus loses elasticity at the soldering or welding point. During operation, mechanical shear stresses then occur beneath said soldering or welding points, as the electrode region lying above no longer expands. After several million operating cycles, this causes the external electrode together with the base metallic coating to become detached, thus leading to the failure of the component. The invention is characterised in that the external electrode (23, 24; 26, 27) consists of alternating layers of conductive materials (19) and non-conductive materials (22, 25), located one on top of the other, that one of the two outer layers of conductive materials (19) is connected to the base metallic coating (11) of the actuator (1) and the other is connected to the supply conductor (6) for the voltage, and that the layers of conductive materials (19) are interconnected in a conductive manner.

(57) Zusammenfassung: Bei Außenelektroden an piezokeramischen Vielschichtaktoren wirken während des Betriebs starke Zugspannungen auf den Isolierbereich unter der Grundmetallisierung. Zu Problemen führt der Anschluß

einer leitenden Verbindung an die Außenelektrode, über welche die elektrische Spannung zugeführt werden soll. Durch das Löt- oder eine Schweißung wird die Außenelektrode versteift und verliert somit am Löt- oder Schweißpunkt die Elastizität. Im Betrieb treten dann unterhalb dieser Löt- oder Schweißpunkte mechanische Scherspannungen auf, da sich der darüber liegende Elektrodenbereich nicht mehr mit ausdehnt. Dies führt nach einigen Millionen Betriebszyklen zum Ablösen der Außenelektrode samt Grundmetallisierung und dadurch zum Ausfall des Bauteils. Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, dass die Außenelektrode (23, 24; 26, 27) aus abwechselnd übereinander angeordneten Schichten leitender Werkstoffe (19) und nicht leitender Werkstoffe

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/010511 A3



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:

22. Juli 2004

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(22, 25) besteht, dass von den beiden außen liegenden Schichten aus leitenden Werkstoffen (19) die eine mit der Grundmetallisierung (11) des Aktors (1) verbunden ist und die andere mit der Zuleitung (6) für die Spannung und dass die Schichten aus den leitenden Werkstoffen (19) leitend miteinander verbunden sind.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/07893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L41/047

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00 63980 A (ROBERT BOSCH GMBH; HEINZ RUDOLF) 26 October 2000 (2000-10-26) page 4, line 30 -page 7, line 13; figures 1,4,6	1-4,10, 16,19
A	page 7, line 28 - line 34; figures 9A,9B	11
A	page 9, line 16 -page 10, line 4	14,22
A	EP 1 065 735 A (SIEMENS AG; EPCOS AG) 3 January 2001 (2001-01-03)  paragraphs '0016!', '0025!', '0031!', '0032!; figure 1  --- -/--	1-4,10, 11,15, 20-22

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 March 2004

Date of mailing of the international search report

08/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Köpf, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

tional Application No  
PCT/EP 03/07893

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 844 678 A (CERAMTEC AG)  27 May 1998 (1998-05-27)  cited in the application  column 2, line 50 - line 55  column 3, line 12 - line 18  column 4, line 14 - line 47; figures 3-5</p>	1,3-8,22

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

tional Application No

PCT/EP 03/07893

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0063980	A	26-10-2000	DE 19917728 A1	26-10-2000
			CN 1302458 T	04-07-2001
			WO 0063980 A1	26-10-2000
			EP 1090431 A1	11-04-2001
			JP 2002542630 T	10-12-2002
EP 1065735	A	03-01-2001	EP 1065735 A2	03-01-2001
			US 6528927 B1	04-03-2003
EP 0844678	A	27-05-1998	DE 19648545 A1	28-05-1998
			AT 222404 T	15-08-2002
			DE 59707960 D1	19-09-2002
			DK 844678 T3	07-10-2002
			EP 0844678 A1	27-05-1998
			ES 2177881 T3	16-12-2002
			JP 10229227 A	25-08-1998
			PT 844678 T	29-11-2002
			US 6208026 B1	27-03-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07893

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L41/047

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 00 63980 A (ROBERT BOSCH GMBH; HEINZ RUDOLF) 26. Oktober 2000 (2000-10-26) Seite 4, Zeile 30 -Seite 7, Zeile 13; Abbildungen 1,4,6	1-4,10, 16,19
A	Seite 7, Zeile 28 - Zeile 34; Abbildungen 9A,9B	11
A	Seite 9, Zeile 16 -Seite 10, Zeile 4	14,22
A	EP 1 065 735 A (SIEMENS AG; EPCOS AG) 3. Januar 2001 (2001-01-03)  Absätze '0016!, '0025!, '0031!, '0032!; Abbildung 1	1-4,10, 11,15, 20-22

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*g\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Köpf, C

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	EP 0 844 678 A (CERAMTEC AG) 27. Mai 1998 (1998-05-27) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 50 - Zeile 55 Spalte 3, Zeile 12 - Zeile 18 Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 47; Abbildungen 3-5 -----	1,3-8,22

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

tionales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07893

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0063980	A	26-10-2000	DE 19917728 A1 26-10-2000
			CN 1302458 T 04-07-2001
			WO 0063980 A1 26-10-2000
			EP 1090431 A1 11-04-2001
			JP 2002542630 T 10-12-2002
EP 1065735	A	03-01-2001	EP 1065735 A2 03-01-2001
			US 6528927 B1 04-03-2003
EP 0844678	A	27-05-1998	DE 19648545 A1 28-05-1998
			AT 222404 T 15-08-2002
			DE 59707960 D1 19-09-2002
			DK 844678 T3 07-10-2002
			EP 0844678 A1 27-05-1998
			ES 2177881 T3 16-12-2002
			JP 10229227 A 25-08-1998
			PT 844678 T 29-11-2002
			US 6208026 B1 27-03-2001